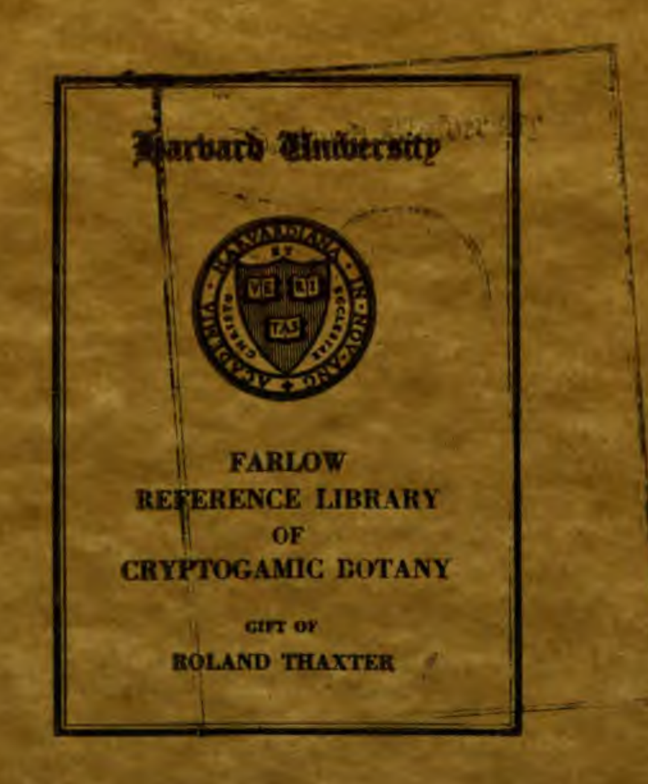
Robin, Ch.
Des fermentations.


Harvard University
VE RI TAS
FARLOW
REFERENCE LIBRARY
OF
CRYPTOGAMIC BOTANY
GIFT OF
ROLAND THAXTER

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS.

CONCOURS

POUR

L'AGRÉGATION

EN HISTOIRE NATURELLE MÉDICALE.

DES FERMENTATIONS.

THÈSE

Présentée et soutenue à l'École de Médecine de Paris, en 1847,

PAR CH. ROBIN,

Docteur ès-sciences, ancien interne des Hôpitaux de Paris,
Élève lauréat de l'École pratique de Médecine,
Membre de la Société philomatique et de la Société anatomique de Paris.

PARIS,
IMPRIMERIE DE L. MARTINET,
Rue Jacob, 30.

1847.

JUGES DU CONCOURS.

PROFESSEURS . . . . . MM. ORFILA, président,
ADELON, suppléant,
BÉRARD, suppléant,
DUMAS,
GAVARRET,
RICHARD,
TROUSSEAU.

AGRÉGÉS . . . . MM. MAISSIAT, suppléant,
MARTINS,
MIALHE.

DES

FERMENTATIONS.

ARTICLE PREMIER. — PRÉLIMINAIRES.

Des phénomènes de contact.

1. Quel que soit le temps pendant lequel on abandonne un mélange de gaz hydrogène oxygène dans les proportions qui constituent l'eau, ces gaz ne se combinent jamais, même en présence d'un corps avide d'eau, comme l'acide sulfurique. Cependant, si on plonge de la mousse de platine ou seulement des feuilles du même métal dans ce mélange, la combinaison des deux gaz s'effectue.

Si l'on fait passer le gaz ammoniac dans un tube de porcelaine incandescent et vide, il ne se produit aucune réaction. Si le tube contient de la tournure de platine ou des morceaux de verre, une petite quantité de gaz se décompose en azote et hydrogène.

Une dissolution pure de sucre de canne peut rester longtemps sans s'altérer; mais ajoutez de l'acide sulfurique étendu, le sucre, sans se combiner avec l'acide, fixe de l'eau, dans les proportions qui constituent le glucose. Voilà des phénomènes de composition, de décomposition et de transformation dont la chimie présente de nombreux exemples, et dans lesquels le corps ajouté à celui ou à ceux qui se transforment ou s'altèrent n'est modifié en rien. Le corps ajouté n'agit que par sa présence, que par simple contact; ces phénomènes, encore inexpliqués, sont appelés *phénomènes de contact*. Ils forment une grande classe, dont les exemples

précédents peuvent être considérés comme types. On les regarde comme dus à des *effets de contact* ou à une force particulière supposée, appelée *catalytique* (Berzélius), ce qui n'explique rien.

2. Si on agit à l'air libre, son oxygène interviendra et modifiera les résultats ; c'est ce qui a lieu dans la transformation de la vapeur d'alcool en aldéhyde et acide acétique au contact du noir de platine, de celle d'esprit de bois en acide formique, dans les mêmes circonstances, et de ces mêmes corps en eau et acide carbonique, avec inflammation, si on les met en contact à l'état liquide avec le même métal à l'état de division extrême.

En modifiant les circonstances de contact entre la mousse de platine (ou d'autres CORPS POREUX, comme la pierre-ponce), l'oxygène et différentes matières organiques, celles-ci se brûleront lentement et donneront de l'acide carbonique et de l'eau.

Si le corps poreux est du ligneux ou du charbon humide, des phénomènes de combustion lente se passeront, de l'acide carbonique sera produit. Dans l'air sec, ces phénomènes n'auront plus lieu.

Quoi qu'il en soit, l'augmentation des surfaces de contact, c'est-à-dire la porosité du corps solide, doit être prise en considération, car elle met les gaz dans un état particulier de contact qui a certainement de l'influence sur ces phénomènes de combustion lente, de décomposition, etc...

3. Dans les phénomènes précédents, nous avons vu, sous l'influence d'un même corps poreux (noir de platine, ou charbon poreux), des corps simples, oxygène et hydrogène, air et charbon, former de l'eau ou de l'acide carbonique, corps plus complexes ; ou bien en contact des mêmes corps poreux et de l'air, des corps complexes, être ramenés brusquement ou peu à peu à un état plus voisin des matières inorganiques.

Toutes ces substances complexes n'auraient éprouvé aucune modification de la part de l'air ou autre gaz, si elles n'avaient été placées dans des conditions physiques particulières. Il ne faut par conséquent pas confondre les actions qui se passent ici avec les phéno-

mènes de fixation d'oxygène sans production d'eau et d'acide carbonique, par l'essence d'amandes amères, de cannelle, etc., d'où proviennent les acides benzoïques, cinnamiques, etc., avec la fixation d'oxygène et formation d'eau par l'indigo blanc, et avec l'absorption d'oxygène et dégagement d'acide carbonique des huiles siccatives. Ces phénomènes sont dus à l'affinité de l'oxygène pour ces corps, et ont lieu toutes les fois qu'il y a contact de l'air avec eux, sans que des conditions spéciales soient nécessaires.

4. Voyons ce qui se passe, si, au lieu de substances non azotées et d'une certaine stabilité, nous mettons en contact de l'air des substances azotées, complexes, peu stables. Qu'elles soient réunies en masses, poreuses ou non, répandues dans les cellules du parenchyme des fruits, ou dissoutes, elles seront attaquées, elles s'altéreront; elles absorbent l'oxigène et dégagent de l'acide carbonique; plus tard elles répandent une odeur putride, et la putréfaction commence.

En absorbant l'oxigène, les matières azotées ont acquis des propriétés remarquables; en effet, placées au contact d'un grand nombre de substances organiques non organisées et de l'eau, elles leur font subir des altérations particulières, dont le résultat est de les dédoubler, de les transformer de matières plus complexes en matières plus simples, ou quelquefois seulement, de corps moins stables en corps isomères mais plus stables.

Les matières azotées qui ont acquis cette propriété n'agissent que par leur présence, elles ne cèdent rien, n'empruntent rien au corps dont elles déterminent la modification. Sous ce point de vue elles se rapprochent de la mousse de platine et autres matières poreuses dont nous avons parlé. La modification déterminée doit donc être rangée parmi les *phénomènes de contact*, c'est-à-dire, non expliqués. Mais ces phénomènes de contact ne doivent pas être confondus avec ceux déterminés par la mousse de platine, etc... Ils doivent former un groupe à part dans une grande classe; ils se distinguent des premiers, d'une part, par le corps déterminant, qui est toujours une matière azotée, altérée par l'oxigène de l'air;

d'autre part, par les conditions de contact dans lesquelles les substances doivent être placées, et surtout par la transformation que subit la matière modifiée. Celle-ci, en effet, n'emprunte rien à l'air ni à l'eau, mais elle sépare plusieurs produits plus simples et, dans ces produits, on retrouve la somme des éléments qui entraient dans la composition du corps primitif; ou bien ce corps éprouve une transformation isomérique, dans laquelle un de ses équivalents est représenté par plusieurs équivalents du second.

5. On donne le nom de *ferment* à toutes les substances azotées qui, ayant subi un commencement d'altération ou de combustion, déterminent la transformation des corps organiques que nous venons de signaler.

On donne le nom de *fermentation* à la série de phénomènes qui se passent pendant la transformation spéciale des corps organiques sous l'influence des ferments.

Il y a fermentation toutes les fois qu'une matière azotée en présence de l'air détermine, par son contact, une transformation d'une substance organique du genre de celle que nous avons indiquée. Hors de ces conditions, ce n'est plus une fermentation qui a lieu, c'est un phénomène de contact d'un autre ordre.

La matière azotée est le ferment, la matière organique est la subtance fermentescible.

Ce qui sépare encore ces phénomènes des autres phénomènes de contact, c'est que les ferments sont, de tous les corps qui n'agissent que par leur présence, les seuls qui fassent éprouver aux substances fermentescibles les transformations et dédoublement signalés plus haut. Les corps, autres que les ferments, qui n'agissent aussi que par contact ne font pas éprouver aux substances fermentescibles ces transformations et dédoublement; ainsi, la mousse de platine ne donne pas de l'alcool et de l'acide carbonique avec le sucre, de l'acide cyanhydrique et de l'essence d'amandes amères avec l'amygdaline; ce n'est aussi qu'avec le ferment qu'on transforme le lactose en acide lactique.

Enfin, un caractère qui distingue les fermentations des autres

phénomènes de contact, c'est qu'il n'est pas nécessaire qu'il y ait contact continuel du ferment avec la matière organique pour que la fermentation s'achève; une fois l'impulsion donnée, on peut le supprimer; mais, pour les matières poreuses, les actions chimiques qu'elles suscitent cessent dès qu'on les enlève.

Parmi tous ces effets de contact, c'est du groupe des fermentations que nous avons à parler et non de celui des phénomènes de contact proprement dits.

ARTICLE II.

Classification des ferments et des fermentations.

6. On donne le nom de FERMENT à toutes les substances azotées neutres qui ont subi un commencement d'altération de la part de l'air.

On donne le nom de FERMENTATION à la série de phénomènes qui se passent dans les matières organiques qui, mises en contact des *ferments*, se transforment en corps isomères ou se dédoublent.

Les *ferments* étudiés jusqu'à présent sont :

1° Les substances albumineuses contenues dans les cellules du parenchyme des fruits, dans celles des graines, etc.;

2° Les substances albumineuses, fibrineuses ou gélatineuses, extraites des animaux;

3° La *diastase végétale*, substance qui est le produit d'une modification des matières albumineuses, ou du gluten qui accompagne les fécules (Dumas);

4° La *diastase animale* (Mialhe), dérivant des tissus animaux, et qui probablement est un produit analogue;

5° La *synaptase*, substance analogue à la diastase qu'on extrait du tourteau d'amandes douces : il faut probablement un peu d'oxygène emprunté à l'air pour donner à ce ferment les qualités qui lui sont nécessaires pour que la réaction commence (Dumas);

6° La *myrosine*, substance extraite de la farine de moutarde blanche : elle est probablement analogue à la précédente;

7° Les tissus animaux morts qui ont subi le contact de l'air ;

8° La levûre constitue un ferment particulier qui sera étudié plus loin.

L'effet des ferments mis en contact des substances organiques est d'en déterminer la fermentation, sans rien leur céder ni leur emprunter.

Toute fermentation a pour résultat d'amener la dissociation d'un corps complexe en des composés doués de formules plus simples, ou simplement de transformer ce corps en quelque substance isomère, mais plus stable. Pendant la fermentation les matières organiques complexes se défont, et prennent peu à peu les formes qui conviennent à la chimie minérale (Dumas), sans rien emprunter aux éléments de l'air ni de l'eau.

Les corps organiques susceptibles d'éprouver ces modifications portent le nom de *matières fermentescibles* ou *substances fermentescibles*.

Le nombre des espèces de fermentations s'est beaucoup augmenté dans ces dernières années; on peut les ranger ainsi qu'il suit (Dumas) :

1° *Fermentation alcoolique*. La matière fermentescible est le glucose. Le ferment est toute matière albumineuse altérée ou la levure; pendant la fermentation, le glucose se dédouble en acide carbonique et alcool.

2° *Fermentation benzoïque*. La substance fermentescible est l'amygdaline; le ferment est la synaptase; le résultat de la fermentation est le dédoublement de la première en acide cyanhydrique et essence d'amandes amères.

3° *Fermentation synapisique*. Le corps fermentescible est le myronate de potasse; le ferment est la myrosine, qui détermine le dédoublement du myronate en huile volatile qui reste, et acide sulfo-cyanhydrique qui se dégage (Boutron et Frémy).

4° *Fermentation ammoniacale*. La matière fermentescible est l'urée qui, dans ces circonstances, fixe un équivalent d'eau. Le ferment est représenté par le mucus entraîné dans les urines, qui s'al-

tère rapidement au contact de l'air. Cette fermentation a pour effet le dédoublement de l'urée et de l'eau qu'elle a fixé, en acide carbonique et ammoniaque, qui se dégagent sous forme de carbonate d'ammoniaque (Dumas).

5° *Fermentation des corps gras.* Les corps qui entrent en fermentation sont les matières grasses neutres. Le ferment est une matière albuminoïde quelconque altérée; des phénomènes qu'il détermine, résulte le dédoublement du corps gras neutre, analogue à un sel, en un acide gras qui s'hydrate, et en éther glycérique qui fixe également de l'eau pour se convertir en alcool glycérique ou glycérine. L'acide, devenu libre, répand aussitôt l'odeur de graisse ou d'huile rance qui lui est propre, et varie suivant le corps gras employé (Dumas).

6° *Fermentations putrides.* La substance fermentescible est une matière animale ou végétale azotée quelconque. Le ferment est la portion de cette matière qui s'altère la première à l'air.

Lorsque l'action de l'oxygène intervient pendant tout le cours de la réaction, les phénomènes de simple fermentation qui se passent ici, se compliquent de phénomènes de combustion et d'oxydation lentes. On désigne sous le nom de *putréfactions* les décompositions d'un ordre plus complexe qui s'effectuent dans ce cas. Mais ces phénomènes d'oxydation ne sont pas les seuls qui caractérisent la putréfaction; il s'effectue en même temps une véritable fermentation, dont les produits intermédiaires sont encore inconnus. En tout cas, dès que l'air intervient dans ce mouvement moléculaire de la décomposition putride, il se forme de l'eau et de l'acide carbonique; plus de l'ammoniaque, résultat de l'union de l'azote avec de l'hydrogène; plus, enfin, des produits fétides volatils dans lesquels entrent le soufre et le phosphore.

Mais, ce qui prouve bien qu'ici a lieu une véritable fermentation, c'est que, si on borne l'action de l'oxygène à la production d'un ferment capable de déterminer par son simple contact un mouvement moléculaire dans la substance aux dépens de laquelle il s'est formé, et qu'aussitôt après on place cette substance hors du contact de

l'air, la fermentation putride n'en continuera pas moins. Toutefois, comme on devait s'y attendre, les produits de la fermentation diffèrent de ceux de la putréfation à l'air libre, et ne sont pas encore déterminés.

Dans toutes les fermentations précédentes, il y a eu dédoublement des matières fermentescibles employées en corps moins complexes; la plupart de celles qui suivent diffèrent notablement des précédentes par les modifications que subissent les corps soumis au contact des ferments, et par la série de phénomènes qu'ils présentent. Ils se rapprochent davantage des *phénomènes de contact* proprement dits, et le résultat de la fermentation est la production d'un corps isomère à la substance fermentescible.

7° *Fermentation lactique.* La matière fermentescible est le sucre de lait, de canne, dextrine, ou toute matière organique neutre ayant la même composition que l'acide lactique (Boutrou et Frémy). Le ferment est toute matière azotée, soit qu'elle provienne des plantes, soit qu'elle ait été fournie par des animaux, la diastase, le caséum, etc., modifiés par l'air, lequel n'intervient que comme moyen de transformation de la matière azotée en ferment.

Le résultat de cette fermentation est l'acide lactique isomère aux corps fermentescibles indiqués plus haut.

Si, au lieu d'enlever l'acide à mesure qu'il se forme, on le laisse, on verra, sous l'influence de l'acide déjà formé, la fermentation prendre un autre caractère; le sucre de lait qui reste, subit la fermentation alcoolique. On observe un dégagement de gaz carbonique et il se produit de l'alcool (Scheele, Dumas, Hess, etc.).

8° *Fermentation glucosique.* Le corps modifié par la fermentation est de l'amidon ou de la dextrine. Le ferment est la *diastase*, le gluten, ou toute autre matière fibrineuse ou albumineuse mise au contact de l'air. Elle a pour effet la conversion de l'amidon et de la dextrine en sucre. L'amidon fixe de l'eau en formant de la dextrine, celle-ci éprouve une simple modification moléculaire en se changeant en sucre.

Il paraît que dans les fermentations saccharines, déterminées

par le gluten ou la matière albumineuse des fécules, il se développe d'abord à leurs dépens de la *diastase* sous l'influence de l'air. Il semble donc qu'elle est le seul ferment convenable à la fermentation saccharine (Dumas).

9° *Fermentation pectique.* La substance fermentescible est la pectine, soluble dans l'eau. Le ferment est formé par l'albumine végétale qui existe dans les fruits. Le résultat de la fermentation est l'acide pectique, insoluble dans l'eau (Frémy). L'ébullition de la pectine empêche sa transformation en acide pectique isomère à elle ou en gelée, coagulant ou détruisant la matière albumineuse qui doit donner naissance au ferment.

10° *Fermentation gallique.* La matière fermentescible est l'acide tannique. Le ferment est une substance contenue dans la noix de galle, et qui n'a pas encore été isolée. La viande, le sang, le caséum, peuvent aussi servir de ferment. Dans tous les cas, le résultat de la fermentation est de l'acide gallique, sans dégagement de gaz ni de moisissure, quand on agit hors du contact de l'air (Larocque, Robiquet).

Avant d'admettre tout à fait cette fermentation, il conviendrait d'étudier l'action que l'eau exerce sur la noix de galle épuisée par l'éther, et essayer d'isoler ainsi le ferment qu'elle doit contenir (Dumas).

11° *Fermentation visqueuse.* La matière fermentescible est le sucre contenu dans les vins blancs, potions, juleps et autres solutions de sucre, contenant en même temps des matières organiques. Le ferment est la portion de gluten contenu dans le vin qui n'est pas précipitable par l'acide tartrique, ou une levure analogue à celle de la bière, qui se développe pendant l'action déterminée par le gluten. Une fois développé, ce ferment engendre à volonté la fermentation visqueuse dans les dissolutions sucrées auxquelles on l'ajoute (Peligot). Le produit de la fermentation est une matière analogue à la pectine ou au mucilage, qui donne la consistance au liquide, et qu'on appelle graisse des vins; l'analyse de cette matière n'a pas encore été faite. Les changements

que le sucre éprouve pendant la fermentation visqueuse sont mal connus. On a trouvé quelquefois de la mannite dans les produits de la fermentation visqueuse ; il n'est pas prouvé qu'elle s'y trouve constamment (Dumas, Desfosses).

12° *Fermentation butyrique.* Les corps fermentescibles sont les sucres cristallisables et incristallisables, le sucre de lait et la dextrine, auxquels il faut ajouter de la craie, qui s'empare des acides à mesure qu'ils se forment. Les ferments sont du gluten ou du caséum.

Les résultats sont une transformation en matière visqueuse sans mannite à laquelle succède la fermentation lactique, et en dernier lieu se forme l'acide butyrique, si on laisse l'action se continuer.

Les métamorphoses s'accompagnent d'un dégagement de gaz hydrogène et d'acide carbonique en proportions variables ; c'est d'abord ce dernier qui prédomine; vers la fin c'est l'hydrogène (Pelouze et Gélis).

Comme cette fermentation s'effectue au contact de l'air. Il se peut que des phénomènes de combustion lente compliquent ceux des métamorphoses du sucre et rapprochent cette série d'actions de celle des putréfactions. Les changements du sucre sont mal connus.

13° *Fermentation acétique.* La substance fermentescible serait le sucre. Le ferment serait du caséum. Le produit de la fermentation est de l'acide acétique et du sucre incristallisable; sans dégagement de gaz ni intervention de l'atmosphère (Blondeau de Carolles). Cette fermentation pourrait se représenter par une transformation isomérique du sucre de fruit, dont un équivalent serait représenté par 3 équivalents d'acide acétique ; $C^{12}H^{12}O^{12} = 3\,C^{4}H^{4}O^{4}$ (Millon).

Si des recherches ultérieures confirment l'existence des réactions précédentes, on pourra admettre une fermentation acétique. Mais quant à la production de l'acide acétique au moyen de l'alcool et de l'oxigène de l'air, on ne peut le ranger parmi les fermentations. En effet, ainsi que le fait remarquer M. Dumas, les expériences sur lesquelles repose l'existence d'une fermenta-

tion acétique (dans laquelle l'alcool serait le corps fermentescible), celles aussi qui feraient connaître la nature propre du ferment ; et enfin, les réactions chimiques qui se passent dans l'acétification de l'alcool, tout concourt pour classer ce phénomène en dehors de la série des fermentations proprement dites.

Toute fermentation a pour effet de dissocier un corps en des composés doués de formules plus simples. Sous cette influence, les matières organiques complexes se défont et prennent peu à peu les formes qui conviennent à la chimie minérale. Sous ce rapport, et sous d'autres encore, la production d'acide acétique diffère des fermentations. Elle est le résultat de l'union de l'alcool ou de l'aldéhyde à l'oxygène de l'air. C'est là le seul cas où une fermentation produirait un effet d'une telle nature, une véritable combustion (Dumas).

La conversion de l'alcool en acide acétique se fait ordinairement avec le concours d'une matière albumineuse et de toutes les autres conditions favorables aux fermentations. Cette matière albumineuse ou muqueuse est désignée sous le nom de *mère du vinaigre*. On l'a considérée comme le ferment de la fermentation acétique. Elle semble avoir quelques rapports avec la matière mucilagineuse, qui se dépose dans les eaux minérales sulfureuses, c'est-à-dire la barégine ; son étude comme ferment laisse encore des doutes (Dumas).

Ainsi l'intervention nécessaire de l'oxygène de l'air pour la production de l'acide acétique, non seulement au commencement de la réaction, mais pendant toute sa durée, et la combinaison de cet oxygène avec l'aldéhyde, doivent faire rejeter ces phénomènes du groupe des fermentations proprement dites.

Si dans les conditions ordinaires de la fabrication du vinaigre une matière albumineuse est nécessaire à la production de ce corps, elle peut, dans d'autres conditions, être remplacée par différents corps poreux. Elle joue ici le même rôle que la mousse de platine en présence de la vapeur d'alcool, qui, par pur effet de contact, la transforme en acide acétique. Enfin, nous avons vu

que l'intervention de l'oxygène de l'air, n'a pas lieu seulement à l'origine du phénomène, comme dans certaines fermentations, où il a seulement pour effet de transformer une matière azotée en ferment. Mais elle se continue pendant toute la durée de l'action; l'oxigène brûle un équivalent de l'hydrogène de l'aldéhyde, d'où résulte de l'eau qui se sépare. C'est donc une véritable combustion lente qui a lieu sous l'influence de certains corps; par conséquent il faut placer ce mode de production d'acide acétique parmi les phénomènes de contact proprement dits, qui ont été distingués des fermentations, et produisent des effets analogues à cette combustion de l'aldéhyde.

14° *Fermentation digestive* (Dumas). La matière qui fermente est représentée par les viandes et substances azotées neutres qui nous servent d'aliment.

Le ferment est représenté par un principe qui a la nature des ferments; sur lequel tous les chimistes ne sont pas complétement d'accord et auquel ils ont donné différents noms (pepsine, chymosine, présure, gastérase, principe de la présure, etc...); cela tient probablement à ce que ces principes sont des corps peu stables et dont quelques propriétés doivent être facilement modifiées suivant les procédés employés pour les obtenir. Quoi qu'il en soit, ce principe existe évidemment.

Le résultat de son action est la liquéfaction des viandes et des matières azotées, neutres en général; c'est lui qui la détermine; c'est le principe de l'acte de la digestion. En liquéfiant les viandes, il leur fait subir une transformation isomérique, c'est-à-dire, qu'il transforme les matières azotées des aliments en une substance liquide, qui conserve la même composition élémentaire, et propre à pénétrer dans les vaisseaux pour y devenir assimilable. Ainsi, c'est une fermentation isomérique.

On remarquera toutefois, que s'il y a dans ces phénomènes de contact de l'analogie avec les fermentations dont il a été question plus haut; il y a aussi quelques différences qui méritent d'être signalées. D'abord, l'action du ferment, c'est-à-dire, la liquéfaction

n'a lieu qu'après un gonflement, une transformation préalable de la matière azotée par un acide très étendu (celui du suc gastrique), en une gelée volumineuse et translucide ; et cette modification est importante, puisque la pepsine a la propriété de coaguler les matières azotées dissoutes, pour qu'elles soient gonflées par les acides et liquéfiées, transformées ensuite par elle. Dans toutes les autres fermentations isomériques, nous avons vu que la matière fermentescible était transformée en un corps plus stable ; ici, il n'en est pas de même ; c'est la transformation d'une matière azotée déjà modifiée par un acide en une substance aussi peu stable que possible, plus facilement modifiable par les agents qu'elle rencontrera qu'auparavant, et bientôt propre à céder aux forces qui président à l'assimilation.

Il est néanmoins évident que c'est la pepsine, quelle que soit sa nature, qui, par simple effet de contact, détermine la dissolution des matières azotées ; de même que c'est à une fermentation dextrinique ou glucosique qu'est due la dissolution des aliments amylacés (Mialhe), quel qu'en soit le ferment.

Dans les expériences sur la pepsine on retrouve tout entière la quantité qui en a été employée pour une liquéfaction de matières azotées, et on reproduit avec elle de nouvelles digestions artificielles à volonté (Vogel). Dans les dissolutions d'amidon déterminées par la diastase on retrouve celle-ci à peu près en entier, et apte à déterminer la transformation d'autres quantités de fécule. Ces résultats établissent suffisamment que la pepsine et la diastase n'agissent que par leur présence dans la dissolution des corps précédents, sans rien leur emprunter ni leur céder.

7. Dans la série de fermentations que nous venons de signaler, on a pu voir que celles qui sont rejetées parmi les dernières, à partir de la fermentation gallique, présentent plusieurs caractères qui les séparent de celles qui les précèdent. De plus, les réactions qui s'y passent, les modifications éprouvées par le corps en fermentation, les gaz qui se dégagent, la nature du ferment, l'intervention ou la non intervention de l'air, au commencement ou pendant

toute la durée du phénomène, sont encore peu connues. Quelques unes d'entre elles demandent encore quelques recherches pour savoir si elles doivent être rangées parmi les fermentations proprement dites, ou si elles ne sont pas compliquées de l'intervention de quelque autre phénomène, comme de décomposition de l'eau dont les éléments se combineraient avec le corps fermentescible. Enfin, il resterait à voir si dans la fermentation butyrique, l'oxygène de l'air n'intervient pas dans ces phénomènes, ce qui les rapprocherait de ceux de la putréfaction.

8. *Putréfaction.* On peut voir, en effet, d'après l'énumération des caractères des différentes fermentations, et surtout de ceux de la fermentation putride, que la *putréfaction* ne doit pas être confondue avec les fermentations proprement dites; et que la putréfaction n'est pas simplement la fermentation des viandes ou autres matières azotées neutres; que ces phénomènes méritent d'être distingués, séparés l'un de l'autre.

Dans les fermentations, le contact de l'air n'est pas nécessaire dès qu'il existe un ferment; dans les putréfactions au contraire, sa présence est nécessaire pendant toute leur durée; son oxigène se combine aux éléments du corps organisé et les oxyde. Il est possible qu'il y ait aussi décomposition de l'eau, du moins elle a lieu dans la putréfaction du gluten et dans la combinaison de son oxigène.

Les fermentations sont des phénomènes déterminés dans un corps par le contact d'un autre corps, qui ne sont compliqués d'aucun phénomène d'un autre ordre. Les putréfactions sont des phénomènes de combustion lente, d'où résultent souvent des gaz fétides et qui se compliquent toujours de phénomènes de fermentation proprement dite. Il y a en même temps décomposition des sulfates en sulfures, etc... Mais je ne parle ici que des principaux phénomènes relatifs aux matières organiques. Leur ferment est représenté par la matière déjà altérée par l'action de l'air.

Ce qui prouve qu'il se passe simultanément deux ordres de phénomènes différents dans la putréfaction, c'est qu'on peut les isoler,

c'est-à-dire, en supprimer un et voir l'autre se continuer. C'est ce qui a lieu lorsque, plaçant hors du contact de l'air de la chair en putréfaction, on voit la transformation continuer, mais changer de nature, ainsi que les produits qui en résultent. Ce sont les produits de la combustion qui disparaissent.

Ainsi, les fermentations sont des phénomènes de contact; les *putréfactions* sont des combustions lentes et des fermentations s'effectuant simultanément dans un même corps. Ce ne sont pas purement des phénomènes de combustion lente, non plus que des fermentations proprement dites. C'est un mélange des deux ordres de phénomènes, et les produits qui en résultent sont complexes comme les causes auxquelles ils doivent naissance. En un mot, les putréfactions sont des combustions compliquées de fermentation et probablement aussi de la réaction des différents produits les uns sur les autres.

ARTICLE III.

Des conditions, des effets et de la nature des fermentations en général.

9. Les substances qui subissent l'acte de la fermentation ne renferment jamais tout formés les corps qui naissent sous l'influence des agents qui la déterminent. Ces substances sont des molécules complexes qui se dédoublent, et dont les éléments éprouvent un groupement nouveau. Il est possible de retrouver tous les éléments du corps qui a fermenté dans les principes que l'acte de la fermentation en a fait sortir.

Nous avons vu qu'on peut, en modifiant les circonstances dans lesquelles s'effectue la fermentation, lui imprimer une marche qui modifie les produits obtenus : c'est ce qui a lieu pour les fermentations lactiques, butyriques, etc. Mais pour qu'une fermentation quelconque puisse avoir lieu, il est un certain nombre de circonstances bien déterminées qu'il faut remplir. Ainsi il faut :

1° Une température qui ne soit pas au-dessous de 15 à 20 degrés. Au-delà de 60 à 70 degrés, la fermentation s'arrête (Dumas).

Dans chaque fermentation, il s'opère, dans la nature des produits, des modifications qui sont déterminées par un changement de température. C'est pourquoi avec le même jus de raisin, quand on le fait fermenter à des températures différentes, on obtient des vins qui diffèrent par leurs qualités et leurs propriétés, selon que la température de l'air a été haute ou basse pendant l'automne. La qualité, l'odeur, la saveur du vin changent suivant la température, la profondeur de la cave pendant la fermentation (Liebig). Suivant Liebig, le lait qui a fermenté à la température ordinaire donne de l'acide lactique pour principal produit de la décomposition du sucre qu'il renferme ; à une température plus élevée on obtient un liquide riche en alcool, qui, à la distillation, donne une véritable eau-de-vie.

2° *De l'eau.* Les phénomènes de dédoublement ou de transformation ne s'effectuent qu'autant que le corps, soumis à l'action du ferment, est placé dans l'eau ou fortement humecté. Parmi les nouveaux produits résultats d'un dédoublement, il y en a quelquefois qui sont gazeux : tel est l'acide carbonique dans la fermentation alcoolique, qui est toujours considérée comme type ; voilà pourquoi il y a écume et effervescence à la surface du liquide. Mais ce sont là des formes et propriétés tout à fait accidentelles.

3° *Contact de l'air.* Le contact de l'air est nécessaire pour la production du ferment, pour la modification de la substance azotée, qui constituera le ferment. Ainsi, il est nécessaire pour toutes les fermentations dites spontanées, c'est-à-dire celles dans lesquelles on n'ajoute pas de ferment, mais où il se forme aux dépens des substances azotées mêlées au corps fermentescible, par exemple, dans les fruits sucrés, etc. Mais lorsque la fermentation a une fois commencé dans le suc d'une plante, dans le lait, l'urine, la viande, etc. ; on peut dès lors soustraire ces matières au contact de l'oxygène de l'air, et la fermentation n'en continue pas moins sans s'arrêter. Ainsi, l'intervention de l'air n'est nécessaire que comme cause première de la formation du ferment, mais non de l'acte de dédoublement et de transformation ; si on emploie un

ferment tout formé, le contact de l'air est inutile (Dumas, Liebig, etc...).

4° Il faut le concours constant d'une matière azotée neutre, organique en très petite quantité, et d'une matière organique non organisée, cristallisable ou non, ou même organisée (fermentation putride), en quantité souvent très grande. La matière azotée citée en premier lieu constitue le ferment, l'autre éprouve la fermentation (Dumas).

10. Relativement au ferment, il y a trois circonstances à signaler, qui peuvent se rencontrer dans les diverses fermentations (Dumas). Dans la première, il n'existe pas encore, mais il peut se produire, toutefois les matériaux manquent pour qu'il se reproduise; c'est le cas des fruits sucrés. Dans la seconde, le ferment existe; il est fourni à la matière fermentescible; il agit, mais ne se reproduit pas faute d'aliments; c'est ce qui a lieu quand on place de la levûre de bière dans une solution de sucre. Dans la troisième, le ferment peut naître, agir et se reproduire: c'est le cas de la fabrication de la bière; ce qui tient à ce que dans l'orge se trouvent des matières azotées propres à fournir des matériaux pour la production du ferment et pour sa multiplication.

11. Il y a aussi quelques remarques à faire relativement aux conditions dans lesquelles peut se trouver la matière fermentescible. Dans un grand nombre de cas, elle est prête à se dédoubler ou à subir une métamorphose définitive dès qu'elle se trouve en contact du ferment; mais quelquefois il faut que le corps qui doit fermenter se modifie, comme c'est le cas pour le sucre de canne et le sucre de lait, qui, sous l'influence de la levûre de bière, deviennent d'abord du glucose, et fermentent ensuite. C'est une première modification que doivent éprouver ces corps; aussi faut-il pour les faire fermenter une bien plus grande quantité de ferment que pour le sucre de raisin. Dans d'autres circonstances, la substance fermentescible peut subir plusieurs fermentations successives, si on la laisse sous l'influence du ferment. Ainsi, avec un morceau de membrane animale qui a subi le contact de l'air, on

peut faire subir à l'amidon la fermentation glucosique; mais, en continuant l'action de ce corps, on peut déterminer la fermentation lactique, visqueuse ou alcoolique de ce glucose. On peut aussi, en se servant du malt d'orge récent, convertir l'amidon en sucre de raisin, et celui-ci en acide lactique, ou en alcool et acide carbonique (Liebig).

Enfin, il est encore une circonstance curieuse à signaler relativement à certaines substances fermentescibles; ce sont celles qui n'entrent en fermentation qu'à côté d'une autre matière qui fermente. Si on met dans un liquide qui contient une substance en fermentation une autre substance qui ne se serait pas altérée seule, celle-ci est décomposée par l'influence de la première. En effet, l'urée pure, sans mélange de matière altérable, se conserve aussi sans altération; si on lui ajoute de la levûre de bière, elle n'éprouve aucun changement; tandis que, si on ajoute de l'urée à du sucre de raisin en train de fermenter, elle se convertit en carbonate d'ammoniaque; ainsi la dissociation des éléments de l'urée n'est que secondaire dans ce cas (Dumas). Si, au lieu d'ajouter la levûre à de l'urée pure on l'ajoute à l'urine en nature, il n'en est plus de même; ici, l'urée éprouve la fermentation ammoniacale. Il est probable que celle-ci n'est que consécutive à la fermentation putride des matières albumineuses en suspension dans l'urine.

Quant à l'étude des conditions particulières qui peuvent déterminer la transformation d'une même substance fermentescible en tel ou tel produit, acide lactique, butyrique, etc., et que nous n'avons fait qu'indiquer précédemment, c'est à propos de chaque fermentation en particulier qu'elles doivent être étudiées en détail.

12. Plusieurs substances empêchent complétement la fermentation de se développer, quand on les ajoute aux substances qui remplissent d'ailleurs toutes les conditions nécessaires. Ainsi la créosote, l'essence de térébenthine, les acides minéraux puissants exercent une influence défavorable sur la fermentation, ou même l'empêchent complétement (Dumas, etc.). Par exemple, une partie de sucre avec 3 ou 4 parties d'eau sont les proportions les plus

convenables pour la fermentation (Colin). Si, à 80 ou 100 grammes de ce mélange, on ajoute six gouttes d'essence de térébenthine, de moutarde, de citron, etc., ou de créosote, ou des acides sulfurique, azotique ou chlorhydrique, même après trois jours d'exposition à la température de 30°, il ne se manifeste aucun signe de fermentation. Les acides phosphoriques et arsénieux la ralentissent sans la faire cesser; il en est de même des acides tartrique, lactique et citrique en proportions convenables (Quevenne, Bouchardat). L'acide oxalique s'oppose complétement à la fermentation. L'acide acétique, à la dose de 80 gouttes pour la quantité de liquide indiquée plus haut, empêche la fermentation. Quatre grammes d'acide prussique médicinal pour la même quantité empêchent aussi la fermentation d'une manière absolue (Quevenne, etc.).

Les alcalis exercent sur la fermentation une influence nuisible, mais les changements qui surviennent peu à peu dans le liquide la font disparaître. En effet, le liquide s'acidifie et sature l'alcali. Si on sature l'alcali avec un acide, l'acide acétique, par exemple, la fermentation recommence. On peut même arrêter et faire reparaître brusquement la fermentation par l'addition et la saturation alternative d'un alcali. Ainsi la présence d'une petite portion d'acide est donc favorable à l'accomplissement du phénomène de la fermentation, surtout de la fermentation alcoolique, dans laquelle, avant la transformation du sucre en alcool, il semble s'opérer dans le liquide une première modification qui a pour objet d'y développer certains acides, au nombre desquels se trouve l'acide lactique (Quevenne).

Les alcalis organiques vénéneux n'arrêtent pas la fermentation, surtout dès qu'on ajoute un peu d'acide. Les sels solubles de cuivre, de mercure, l'oxyde rouge de mercure, empêchent la fermentation (Quevenne, Colin).

Les sels insolubles de mercure, tel que le protochlorure, n'ont aucune influence; il en est de même de beaucoup d'oxides métalliques, autres que celui de mercure; telle est la litharge. Les sels terreux semblent n'avoir aucune influence, ou s'ils en ont, elle est

plutôt utile que nuisible, surtout ceux dont l'acide est tiré du règne organique.

Ainsi, on peut conclure de ce qui précède que les alcalis et les acides employés en grande quantité arrêtent la fermentation ; que si elle n'est pas commencée, les réactifs ne l'empêcheront de se développer qu'autant qu'ils empêcheront l'altération de la matière azotée, et par conséquent la formation d'un ferment ; que les mêmes fermentations peuvent continuer, soit que le liquide soit légèrement acide (fermentation lactique, etc.), soit qu'on le rende généralement alcalin ou neutre (fermentations ammoniacales, glucosiques, etc.) ; mais qu'elles reprendront bientôt leur état primitif acide ou alcalin, suivant que c'est un acide ou un alcali, qui est produit par le dédoublement du corps fermentescible ; et c'est dans cet état qu'elles conservent leur plus grande activité.

13. Les fermentations ne s'expliquent ni par les lois connues de l'affinité chimique, ni par l'intervention des forces, telles que l'électricité, la chaleur ou la lumière (Dumas).

Dans les réactions chimiques proprement dites, tantôt un corps se combine à un autre et forme un composé nouveau ; tantôt c'est un corps qui en déplace un autre d'une combinaison et prend la place de ce dernier en vertu d'une affinité supérieure. La chimie se rend compte de ces faits, elle les explique ; ces explications sont appuyées et confirmées par l'expérience. Elle les explique et les prévoit par l'intervention de cette force moléculaire qui préside à toutes les réactions chimiques, de cette affinité qui unit entre elles les molécules des corps différents (Dumas).

De même dans les phénomènes ordinaires de décomposition, plusieurs forces interviennent, tantôt la lumière, tantôt la chaleur, l'électricité, l'affinité de l'oxigène de l'air, celle de l'eau pour différents corps.

L'essence de ces forces échappe et échappera toujours ; mais leur effet est bien connu ; c'est une tendance à séparer les molécules des corps les unes des autres dans des cas bien déterminés. Rien de pareil dans la fermentation.

14. L'objet de la fermentation est évident. C'est un artifice au moyen duquel la nature dédouble les matières organiques complexes, pour les ramener à des formes plus simples, qui les conduisent vers la constitution habituelle des composés de la nature minérale (Dumas).

Les animaux détruisent constamment les matières organiques et les ramènent vers des formes qui tendent à les faire rentrer dans le domaine de la nature minérale. En même temps ils se servent pour leurs besoins des forces qui maintenaient l'état de combinaison de ces matières. Les combinaisons cessent d'exister, les forces deviennent libres (chaleur, électricité, etc.), mais elles ne sont pas perdues, elles sont mises à profit par l'animal, parce qu'elles sont nécessaires à son existence. Il les emploie pour certaines fonctions si elles sont nécessaires, et dépense l'excédant de diverses manières, car dès qu'il y a excès de ces forces, dès quil y en a de libre au-delà du nécessaire, d'utiles qu'elles étaient, elles deviennent nuisibles.

Les végétaux, au contraire, ne mettent pas ces forces en liberté, ils les absorbent; ils les emploient pour créer de toutes pièces les matières organiques de plus en plus complexes, sous l'influence de la lumière, par exemple, et de la chaleur, etc.; matières que nous venons de voir détruites par les animaux, forces que nous venons de voir mises en liberté par cette décomposition.

Les fermentations sont des phénomènes qui se rapprochent, par les résultats qu'elles donnent, de ceux que nous venons de signaler dans l'accomplissement des actes de la vie animale. Ainsi elles prennent des matières organiques complexes; elles les défont peu à peu d'une manière spéciale; ce n'est pas par une décomposition brusque et complète, c'est par simple dédoublement en deux corps plus stables, plus voisins du règne minéral, ou bien seulement par simple transformation isomérique, mais dont le produit est plus stable que le corps employé. C'est un premier pas vers la décomposition. Ce premier pas peut être suivi d'un ou de plusieurs autres du même ordre, qui agissent sur lerésultat du premier, et l'éloignent de plus en plus des corps du règne organique.

Ce sont plusieurs fermentations successives nécessaires pour produire l'effet total ; mais la tendance générale du phénomène se manifeste toujours ; elle est, au contraire, de plus en plus tranchée dans les résultats successifs de chacune d'elles ; l'objet des fermentations devient toujours de plus en plus évident à mesure qu'elles se répètent sur la même substance (Dumas).

La fermentation est dépendante du temps ; elle ne peut, comme les autres actions chimiques, se produire en un instant incommensurable. Il est, en outre, évident que toutes les combinaisons organiques ne sont pas susceptibles de passer à l'état de fermentation. Cette faculté n'appartient qu'aux corps complexes ; elle n'existe pas dans les combinaisons dont les parties intégrantes sont retenues par un trop haut degré d'affinité (Liebig).

Le ferment joue donc, relativement à la matière, un rôle qui se rapproche de celui des animaux. Toutefois, le ferment n'est pas nécessairement un être organisé. Des êtres organisés peuvent accompagner le ferment, consommer, s'approprier une partie des forces, au moyen desquelles étaient unies les parties du corps qui éprouve la fermentation, et que ce phénomène met en liberté. Mais nous verrons que ce n'est pas le corps organisé qui est la partie essentielle du ferment, celle qui donne l'impulsion première au phénomène, qui détermine le départ du phénomène par lequel les particules des corps désunies se séparent en produits plus simples.

Cette cause est inexplicable comme celle de tous les phénomènes de contact. Il n'y a aucune substance, aucune matière, et par conséquent aucune affinité chimique qui vienne du dehors prendre part à la formation des nouveaux produits ; c'est une simple séparation des éléments, ou un simple changement dans leurs altérations.

15. Si les ferments, par les métamorphoses qu'ils déterminent dans les matières organiques, ramènent celles-ci vers le règne minéral ; si, de leur côté, les animaux arrivent au même résultat, par le rôle qu'ils jouent relativement à ces matières, il faut bien

remarquer que ce sont les phénomènes de combustion lente et de fermentation eux-mêmes qui ont lieu dans ces êtres, qui sont cause des résultats obtenus quand on les observe.

Ainsi les fermentations glucosique, dextrinique, lactique, etc., des amylacés sont des phénomènes qui se passent dans le tube digestif; elles y trouvent des ferments ; c'est un des phénomènes qui concourent à la fonction de la digestion ; ce sont des *fermentations préparatoires.* Les matières devenues solubles pénètrent dans le système circulatoire; elles viennent d'être préparées pour la combustion; elles se brûlent; l'animal ou la graine en germination fournissent les produits qui résultent de cette combustion lente, et en manifestent les phénomènes. Les matières azotées par un phénomène de *fermentation préparatoire* aussi (*fermentation digestive*), pénètrent pour être soumises aux forces assimilatrices et à une combustion lente également, dont le résultat est l'urée. Ce corps tend déjà à se rapprocher du règne minéral ; c'est une *fermentation continuatrice* (fermentation ammoniacale) qui fera rentrer ses éléments dans celui des deux règnes d'où il était sorti. Toute substance organique ou organisée, complexe, qui aura échappé aux phénomènes de combustion qui se passent dans l'animal, rentrera dans le règne animal par des phénomènes de fermentation (*fermentations putrides*, *acides*, etc.), soit directement, soit indirectement, c'est-à-dire après avoir servi encore d'aliment à d'autres êtres.

Ainsi c'est en dehors de l'animal qu'ont lieu les fermentations ; elles préparent (*fermentations isomériques*) ou continuent (*fermentations par dédoublement*) les actions qu'il exerce sur les matières complexes.

Les phénomènes que ces matières subissent en lui sont des phénomènes de combustion ; les produits qu'il fournit sont les produits des phénomènes de ce genre. Les fermentations préparent ou continuent ces phénomènes par des phénomènes spéciaux dont les produits définitifs se placent dans le règne minéral avec ou à côté de ceux de la combustion.

16. Dès qu'il se trouve quelque part une matière organique à décomposer avec les conditions nécessaires au développement et à l'action d'un ferment, ce ferment se développe et agit comme tous les liquides; et souvent les solides des végétaux et des animaux présentent après la mort réunies les conditions dont nous venons de parler; les effets résultant de l'action des ferments doivent être immenses par leur multiplicité, et ils le sont en effet.

Mais si, pendant la vie, ces conditions se présentent sur le corps d'un animal, il ne faut pas croire que la fermentation ne se développera pas. Ces conditions se rencontrent fréquemment. Le liquide, la température, la présence des matières azotées à décomposer et pouvant donner naissance à un ferment, existent souvent réunies. Aussi, dès que le contact de l'air a eu lieu, les signes de la fermentation putride et de la putréfaction sont évidents. Je me contenterai ici de citer les cas suivants bien connus des chirurgiens et des médecins, et bien d'autres pourraient être mentionnés. Ces conditions et les signes de la putréfaction se font remarquer lorsqu'on a ouvert de vastes foyers purulents, à la suite surtout de maladie des os; dans les suppurations étendues consécutives aux fractures comminutives ou au broiement des membres; dans la cavité utérine, lorsque des débris de placenta ou des *caillots* restent attachés à sa face interne, et se trouvent soumis au contact de l'air par suite du temps prolongé que met quelquefois l'utérus à revenir sur lui-même. Or, toutes les fois qu'un liquide, quelle que soit sa nature, se trouve directement en contact des parties vasculaires, ce liquide ne peut pas ne pas être absorbé, il est impossible qu'il n'en pénètre pas dans le courant circulatoire. C'est ce qui a lieu aussi, et, de l'absorption de ces liquides putréfiés, résultent les symptômes et les désordres si graves de l'économie, distingués sous le nom d'*infection putride*. Ces liquides sont des ferments; ils se trouvent en contact de corps qui présentent des conditions favorables à la fermentation; aussi plusieurs des altérations qu'on rencontre dans les affections désignées plus haut nous montrent qu'il y a eu un commencement de décomposition, déjà durant la vie, et dont la

cause ne doit pas être cherchée autre part que là où je viens de la signaler.

Depuis que cette cause a été signalée pour les infections putrides dans les affections chirurgicales (Bérard), elle l'a aussi été pour certaines formes de *fièvre puerpérale* (P. Dubois), dans lesquelles les symptômes et les lésions cadavériques présentent de grandes analogies avec celles des infections putrides; et la source du ferment se trouve dans l'utérus dont les parois internes non rapprochées sont tapissées de matières en voie d'altération.

Sans vouloir m'étendre ici sur les différences qui séparent l'infection putride de l'infection purulente, sur la comparaison de leurs symptômes et celle des altérations qui les déterminent, je dirai seulement quelques mots de leur cause. L'infection purulente, bien distincte de l'infection putride par un grand nombre de caractères, est due à la production de pus dans les vaisseaux par suite de phlébite et non par absorption de pus, ce qui est impossible.

On a cherché à expliquer certaines des lésions pathologiques, par un trouble mécanique apporté à la circulation par les globules de pus plus volumineux que les globules sanguins; sans remarquer que les globules blancs du sang ont le même volume que ceux du pus.

Ces globules blancs ont souvent été pris dans le sang pour des globules de pus, quoiqu'ils puissent en être distingués lorsqu'on emploie un grossissement convenable, et lorsqu'on a soin de chercher les différences dans le contenu des globules, à l'aide des modifications apportées par les réactifs. Mais avant de chercher à retrouver des globules de pus dans le sang, il serait rationnel de se demander ce qu'ils deviennent lorsqu'ils ont été déposés dans le sang; or, c'est ce que personne n'a fait. Les expériences de M. Lebert ont pourtant démontré que le pus injecté dans le sang y disparaît rapidement, les globules s'y dissolvent en quelques heures, et déterminent les lésions et les symptômes de l'infection purulente. Les éléments du pus dissous dans le sang en contact de l'air dissous par ce liquide, doivent certainement s'altérer et

prendre les propriétés des ferments. Aussi, les altérations des globules du sang, celles de la fibrine (indiquées par la mollesse et quelquefois l'absence des caillots) etc., dans ces affections sont tellement différentes de celles qui ont lieu dans les cas de mort ordinaire, qu'on ne peut s'empêcher d'admettre que le sang a éprouvé l'action d'un ferment qui s'est développé en lui et en a déterminé la décomposition. Quant aux abcès métastatiques, ils se forment toujours dans des parties très vasculaires, sont précédés de congestion, d'hypérhémie capillaire avec arrêt de la circulation dans ce point consécutive à cet engorgement, dont la cause, encore inconnue, ne peut pas être recherchée dans la présence des globules de pus.

ARTICLE IV.

Des propriétés et de la nature des ferments en général.

17. On sait que le terreau, le ligneux, les graines, la soie, les laines, le coton, humides absorbent de l'oxigène en le remplaçant par un volume égal d'acide carbonique. Si ces matières sont en contact d'un mélange d'oxigène et d'hydrogène, ces deux gaz disparaissent dans les proportions qui représentent la composition de l'eau (De Saussure).

On sait aussi que les matières azotées organisées, dès le moment qu'elles cessent d'appartenir à l'économie, absorbent l'oxigène et le remplacent par de l'acide carbonique (Spallanzani, etc.). De cette combinaison de l'oxigène, de cette combustion du carbone résulte un changement qui est une altération de la substance azotée.

Ce tissu altéré constitue ce que nous avons appelé un ferment.

Il a acquis la propriété de déterminer des dédoublements et transformations dans la portion non altérée de la substance azotée.

Les substances non azotées ne subissent pas d'elles-mêmes cette altération de la part de l'air, lorsqu'elles sont pures; elles ne s'altèrent qu'autant qu'elles sont mises au contact d'un ferment,

ou d'un corps capable de lui donner naissance, d'un corps azoté neutre.

Que l'on mette en présence du sucre pur dissous dans l'eau, une de ces matières azotées, de manière que l'oxigène puisse en faire un ferment, on ne tardera pas à voir ce sucre entrer en fermentation; il se dédoublera en alcool et acide carbonique, sans rien prendre ni à l'air, ni à l'eau, ni au ferment. Pendant les phénomènes de ce dédoublement on verra se déposer au fond du vase, ou nager à la surface du liquide, entraînée par les bulles d'acide carbonique, une matière grisâtre, composée de petits corpuscules sphériques organisés. Cette matière est la *levûre;* les corpuscules organisés qui la constituent sont des champignons microscopiques du genre *Torula;* végétaux qui ne fructifient pas mais qui se reproduisent par gemmes.

La *levûre* conserve les propriétés du ferment qui a fourni aux particules reproductrices, encore inconnues du *Torula*, des conditions favorables à leur germination, développement, et multiplication. Elle peut déterminer aussi la fermentation. Comme elle fournit un moyen commode de donner lieu à cet ordre de phénomènes, on l'a toujours considérée comme le type des ferments, et souvent les êtres organisés qui la constituent ont été regardés comme indispensables à tout ferment. On a cru qu'il n'y avait pas de ferment sans ce champignon de la levûre, ou sans certains infusoires dont nous parlerons. Mais la *levûre* n'est qu'une espèce de ferment; c'est toutefois un des plus importants; il en sera question plus loin.

18. Les substances azotées qui se rencontrent dans les diverses parties des plantes ou dans leur sève, la viande, le sang, la bile, l'urine, les membranes muqueuses, musculeuses, séreuses de l'intestin, etc., sont douées du pouvoir de déterminer la fermentation quand elles ont subi le contact de l'air. Ainsi toutes possèdent des propriétés communes. Cependant plusieurs d'entre elles exercent, chacune de son côté, des effets particuliers, par lesquels elles se distinguent les unes des autres. La caséine végétale des amandes,

par exemple, après le contact de l'air, agit sur l'amidon et sur le sucre de la même manière que le gluten ou la levûre; mais ces deux dernières substances ne sont pas capables d'opérer le dédoublement de l'amygdaline en acide prussique et en essence d'amandes amères (Liebig).

Les ferments ne sont pas des substances particulières dans un état que l'on peut parfaitement fixer (Liebig), créées pour la série de phénomènes qu'elles déterminent, des espèces de substances de la fermentation préexistant dans les plantes ou les animaux pour un certain but. Nous avons déjà vu que la diastase et la synaptase sont le produit d'une modification des matières albumineuses ou du gluten qui accompagnent les fécules (Dumas).

Tout ce qu'on désigne par les mots de pepsine, de diastase végétale ou animale, n'est autre chose que la portion de la membrane muqueuse de l'estomac, ou celle de gluten, ou celle des matières azotées de la salive, qui sont passées à un certain état de décomposition, et dont les effets ne sont dépendants que de leur état. Toutefois on peut les isoler dans cet état, et les obtenir séparées de toute autre substance, douées chacune de leurs propriétés spéciales (Liebig).

Au fur et à mesure que l'action de l'oxygène a lieu sur ces substances, leurs propriétés changent. Si, au lieu de faire réagir sur de l'amidon de la diastase nouvellement préparée, on emploie de la diastase qui a passé deux ou trois jours à l'air humide, elle éprouve alors une modification, et elle acquiert la propriété de transformer l'amidon en acide lactique; la liqueur s'échauffe, il ne se dégage pas de gaz, et la réaction peut se faire hors du contact de l'air (Boutron et Frémy).

Ce qui prouve encore qu'un même ferment, en passant par divers états de modifications, peut réagir différemment suivant son état, c'est que les membranes animales fraîches, en parcourant différents degrés de décomposition, deviennent propres à former successivement, quand on les met en contact avec du sucre, d'abord de l'acide lactique, puis de la mannite, de la matière visqueuse,

et enfin de l'acide carbonique et de l'alcool (Boutron et Frémy).

Ainsi, en employant une membrane qui s'altère, on obtient des produits compliqués; mais on peut saisir le moment où la membrane peut produire la fermentation lactique. Alors, en la mettant en contact avec du sucre, on reconnaît que ce dernier est entièrement transformé en acide lactique pur (Frémy). On voit par là que dans l'étude de la fermentation lactique et des autres fermentations, il faut porter toute son attention sur les modifications qu'éprouve le ferment qu'on emploie sous peine de tomber dans des réactions très compliquées. Si on prend une membrane fraîche de l'estomac d'un animal, qui ait été lavée à grande eau pendant longtemps, on reconnaît qu'elle n'a pas d'action appréciable sur les matières fermentescibles; mais si elle a été conservée pendant quelque temps dans l'eau, elle acquiert rapidement la propriété de les transformer en acide lactique (Boutron et Frémy).

Souvent aussi, dans ce cas, les produits de la fermentation sont multiples, à cause des différents degrés d'altération de la muqueuse qui constituent autant de ferments particuliers. On est plus sûr en prenant une vessie sèche que l'on expose à l'air humide; elle s'altère, et, dans cet état, transforme le sucre en acide lactique; mais encore faut-il qu'elle soit arrivée à un état convenable de modification que l'expérience seule enseigne (Boutron et Frémy).

L'extrait aqueux de malt d'orge présente des phénomènes analogues. S'il est récent, il convertit en peu de minutes l'amidon en sucre de raisin; quelques jours après il perd cette propriété, et acquiert celle de convertir le sucre de raisin en acide lactique, en mannite et en gomme; huit ou dix jours après il perd aussi complétement cette propriété, l'extrait se trouble, et, mis en contact du sucre, il le transforme en alcool et acide carbonique (Liebig). Si on dissout le sucre dans une eau préalablement bouillie avec la levûre, puis filtrée, et qu'on expose le tout à 30 ou 40 degrés, le sucre ne se convertit plus en alcool et en acide carbonique comme avec la levûre, mais il éprouve la fermentation visqueuse (Pelouze et Desfosses).

19. Nous avons vu, à propos des fermentations en général, qu'une température de 100° pouvait les suspendre. Cependant les propriétés du ferment ne sont pas détruites d'une manière absolue. Si, par exemple, on porte à l'ébullition une dissolution d'orge germée qui se trouvait dans des conditions de la fermentation lactique, celle-ci se trouve immédiatement suspendue. Mais si on n'a pas chauffé trop longtemps, le ferment n'est pas entièrement détruit, et, au contact de l'air, il peut reprendre en partie son énergie et redevenir apte à produire la fermentation lactique. Il en est de même des matières azotées qu'on trouve dans les fruits; ces matières, prises dans des fruits, racines, tiges, etc., desséchées, peuvent déterminer la fermentation après le contact de l'air (Boutron et Frémy).

Il suffit de rappeler les faits suivants, déjà mentionnés pour la plupart, pour prouver que les ferments ne sont pas produits dans des parties de l'économie parfaitement déterminées, et qu'on peut en obtenir des effets identiques à ceux de la diastase, en les prenant dans quelque organe des plantes ou des animaux que ce soit. Ces faits achèveront de montrer que la diastase n'est probablement aussi, que la portion de matière azotée de ces organes, qui a déjà subi de la part de l'air la modification ou altération qui en fait des ferments. Les fragments de muqueuse buccale, ou bien une infusion de ces membranes filtrée de manière à en séparer toute particule solide, peuvent déterminer les fermentations glucosique, butyrique, lactique, etc. On peut obtenir la même chose avec la muqueuse d'une portion quelconque de l'intestin ou de la vessie qui a subi le contact de l'air, ou avec leur infusion (Bernard).

Nous avons vu plus haut que les acides en contact de la matière fermentescible pouvaient faire cesser la fermentation. Il peut arriver, quand l'amidon ou le sucre est en grande quantité, que l'acide qui résulte de ces phénomènes se produise en assez forte proportion pour les faire cesser; mais alors il suffit de le saturer pour voir les propriétés du ferment se faire de nouveau sentir, jusqu'à

métamorphose complète de la matière qui lui a été fournie (Frémy, Bernard).

Plusieurs liquides alcalins pathologiques ont donné des résultats analogues aux précédents. La *salive mixte*, c'est-à-dire prise dans la bouche (mais non celle du canal de Sténon), a produit les mêmes effets (Bernard).

Cette propriété de la salive buccale de l'homme est due à l'altération que le contact de l'air fait subir tant aux particules alimentaires azotées qui s'arrêtent entre les dents, qu'aux nombreuses cellules d'épithélium, et aux globules purulents (globules muqueux), qui s'y trouvent en très grande quantité. Cette altération n'est pas une hypothèse; elle est démontrée par l'existence d'un nombre infini d'animalcules infusoires et d'algues microscopiques, qui se développent dans la salive, à la surface de l'épithélium de la langue, et surtout dans les matières blanchâtres pulpeuses qui s'accumulent dans l'interstice des dents. Ces vibrions (*Vibrio lineola*, *Bacterium termo*, etc.) sont les mêmes qu'on retrouve dans les infusions de matières animales ou végétales en putréfaction. Ce qui montre encore bien mieux que la salive doit ses propriétés de ferment à une altération de ses principes azotés, que sa diastase, comme celle des céréales, est une portion de ces principes devenue soluble par suite du contact de l'air, qui les modifie, c'est que la salive, obtenue par section du conduit de Sténon, qui ne peut déterminer la fermentation, acquiert les propriétés des ferments, après qu'elle a subi trois ou quatre jours le contact de l'air (Bernard).

La salive des animaux joue aussi le rôle de ferments; mais elle agit plus lentement que celle de l'homme. Cela tient à ce qu'elle est moins altérée par l'air que la nôtre, parce que leur respiration se fait plus exclusivement par le nez, et qu'ils ouvrent moins souvent la bouche. Mais si on provoque un dérangement de l'estomac chez les chiens, la muqueuse buccale devient aussi malade, les dents noircissent, se couvrent de dépôts terreux; ce qui indique une altération de la salive; on peut reconnaître alors que ce liquide

est devenu un ferment aussi actif que celui qui est fourni par la salive mixte de l'homme (Bernard).

20. L'acidité du suc gastrique est suffisante pour empêcher la fécule de fermenter sous l'influence de la salive qu'entraîne le bol alimentaire, et dont il est imprégné (Bernard).

On ne peut cependant pas mettre en doute que ce soit par la fermentation glucosique que les amylacés sont rendus liquides et susceptibles d'être absorbés. Seulement, c'est dans les parties de l'intestin, situées au-delà de l'estomac, et qui sont alcalines du pylore au cœcum (Donné), que les ferments reprennent leur action sur l'amidon. Aussi verrons-nous bientôt qu'on trouve les champignons de la levure dans ces parties de l'intestin chez tous les herbivores, c'est-à-dire depuis l'estomac jusqu'au gros intestin (Remak, Bœhm, Purkinje, Mitscherlich).

Tous ces faits nous expliquent nettement le mécanisme de la dissolution des aliments azotés et amylacés, et par suite la plupart des phénomènes de la digestion. En effet, les aliments imprégnés de salive, qui tient de l'air en dissolution, mélangés eux-mêmes de bulles d'air, arrivent dans l'estomac avec toutes les conditions favorables à la fermentation. L'acide du suc gastrique est en suffisante quantité pour empêcher la fermentation glucosique; mais nous avons vu que l'action préalable de ces acides est nécessaire pour que la pepsine puisse déterminer la dissolution des aliments azotés (fermentation digestive). Si, par quelque effet morbide, la sécrétion de ce suc acide est empêchée, la fermentation glucosique pourra avoir lieu, et peut-être la fermentation lactique; de là peut-être l'origine de certains troubles de la digestion, observés par les pathologistes. Au-delà du pylore, l'alcalinité des sécrétions versées dans le tube digestif permet à cette fermentation glucosique, un instant empêchée, de s'effectuer; aussi on n'y trouve plus d'amidon, mais de la dextrine ou du glucose (Bernard).

D'après M. Mialhe, quand, dans l'estomac, des aliments fibrineux se rencontrent en même temps que les amylacés, les premiers,

s'emparant de l'acide, permettent à la salive d'exercer son pouvoir fermentifère dans cette portion de l'intestin.

Il est très probable que, dans l'intestin, outre les fermentations précédentes, les conditions nécessaires à d'autres fermentations se trouvent réunies, et que des fermentations butyriques, lactiques, peut-être même alcooliques, aient lieu avec dégagement de gaz, qui occasionnent les ventuosités. Le sang des capillaires de la muqueuse ne peut pas ne pas s'emparer au moins d'une partie de ces gaz qui se dégagent par le poumon (Mitscherlich, Maissiat).

21. Il faut peut-être encore rapprocher les faits suivants de ceux qui ont été mentionnés plus haut. On suppose ordinairement que c'est la partie interne de l'estomac des veaux qui détermine la coagulation du lait. Cela n'est pas cependant ; on peut coaguler le lait en se servant du péritoine; celui du cœcum, par exemple. Quand on prend la précaution d'élever un peu la température du lait, la coagulation se produit en quelques heures, soit en y suspendant la membrane elle-même, soit en versant dans le lait une infusion chaude de celle-ci. La membrane et son infusion ne possèdent pas de réaction acide, et le lait reste neutre pendant sa coagulation (Mitscherlich).

Si une partie quelconque de nos tissus peut servir de ferment, quand elle a été altérée par l'air, on comprend parfaitement comment du pain, introduit dans l'épaisseur des muscles de divers animaux, a pu s'y dissoudre, disparaître, y être digéré (Bretonneau). Le pain entraîne de l'air; les tissus ou liquides, en contact avec lui, s'altèrent, jouent le rôle de ferment; une fois l'amidon rendu soluble par fermentation glucosique, il pénètre dans le système circulatoire et disparaît.

22. *De la levûre.* La levûre est un ferment qui se présente sous forme d'une bouillie écumeuse, grise, mêlée de grumeaux noirâtres. Elle est imprégnée d'une quantité plus ou moins grande de matières solubles de l'orge ou du houblon, ainsi que des matières étrangères entraînées dans les écumes de la bière.

Elle exhale, à un degré très prononcé, l'odeur aigre que l'on

connaît à toutes les levûres en général, et qui ne peut être comparée à aucune autre. Sa saveur est amère; elle rougit le tournesol. La levûre, délayée dans du sucre ou de la mélasse, conserve pendant des années ses propriétés caractéristiques; mais le sucre a été converti par elle en sucre incristallisable.

On sépare de la levûre les matières étrangères, en la délayant dans l'eau; les matières étrangères restent à la surface; et la levûre pure se dépose sous forme d'une bouillie blanche et homogène. Elle conserve son odeur, mais n'est plus amère. Elle conserve son acidité. Cette propriété acide ne paraît pas cependant être inhérente à la levûre; car on peut, au moyen de lavages prolongés, la faire disparaître entièrement; mais l'odeur qui se développe oblige à se demander si les dernières portions d'acide ont bien été enlevées par l'eau ou si, par suite d'un commencement de décomposition, il ne s'est pas formé un peu d'ammoniaque qui les a saturées (Quevenne).

La levûre est entièrement composée de petits globules microscopiques qui présentent des caractères particuliers. Ces globules sont de nature végétale; ils appartiennent au genre *Torula* Persoon, de la famille des champignons.

L'espèce de la levûre de la bière est le *Torula cerevisiæ*, Turpin (*Mycoderma cerevisiæ*, Desmazières; *Cryptococcus fermentum*, Kützing).

23. Ce végétal est composé de globules ou cellules ordinairement sphériques, quelquefois un peu ovoïdes. Leur surface est unie, lisse; leur contour est net, de teinte foncée, et représente un cercle noir autour du centre qui est homogène, transparent; quelquefois on y voit un granule moléculaire, ou une fine poussière douée du mouvement moléculaire. Le diamètre de ces globules varie de $0^{mm},002$ à $0^{mm},004$ ou $0^{mm},005$; quelques uns, mais en très petit nombre, peuvent atteindre le double de ce diamètre. Avec les globules nagent dans le liquide des granules moléculaires sans importance. On trouve souvent deux à quatre ou cinq de ces globules réunis en chapelet, et adhérents assez faiblement ensemble. Ils se multiplient par des bourgeons qui poussent à leur surface. Il n'y

en a ordinairement qu'un, et quelquefois deux pour chaque globule ou cellule. Ces bourgeons atteignent bientôt le volume du corpuscule primitif; mais souvent ils se détachent avant de l'avoir atteint. Quelquefois, au contraire, le bourgeon, avant de s'être détaché de la cellule d'où il naît, donne naissance lui-même à un nouveau bourgeon. De là résultent les chapelets de trois à cinq cellules (quelquefois un peu allongées) qu'on trouve parmi les globules isolés; mais jamais les bourgeons ne se prolongent en tiges cylindriques.

On ne connaît que ce mode de propagation de ce végétal; mais sa fructification à l'air n'a pas été vue, et on ne connaît pas encore les conditions nécessaires pour qu'elle se développe. En effet, la levure pourrit dès qu'elle est en contact avec l'atmosphère. De sorte qu'on ne sait pas encore si on doit le ranger parmi les champignons qui ne fructifient qu'à l'air, ou bien parmi les algues dont ils s'éloignent sous plusieurs rapports, et qui fructifient sous l'eau. Les globules de la levûre ne sont attaqués par aucun des réactifs qui altèrent les globules du sang.

Un autre champignon, le *Penicilium glaucum*, Link, accompagne ordinairement la levûre de la bière; ce champignon, comme on le sait, se développe sur toutes les substances albumineuses auxquelles on communique une réaction acide, et son développement n'est nullement lié à la présence du *Torula* de la levûre, comme le voulait Turpin.

La levure ainsi constituée possède à un haut degré les propriétés des ferments dont il a été question plus haut.

23. La levure contient des acides, des sels insolubles qu'elle entraîne en se précipitant au fond des vases où elle se développe. On peut les séparer par le lavage; il est possible alors de constater que le végétal est composé de cinq éléments; ce sont l'oxygène, l'hydrogène, le carbone, l'azote et le soufre. Ces éléments sont combinés à peu près dans les proportions où ils se réunissent pour former l'albumine.

Aussi la levûre traitée par l'acide chlorydrique développe-t-

elle dans le liquide la coloration violette propre aux matières albumineuses.

24. Outre le gluten, un grand nombre de substances peuvent, au contact de l'air et de l'eau, donner naissance à des levûres ; l'albumine, par exemple, au contact de l'eau et du sucre, le caséum, la fibrine, la viande, la colle de poisson, le blanc d'œuf et autres matières albumineuses. Nous avons déjà signalé l'existence des globules qui les caractérisent dans l'intestin des herbivores. Il s'en développe pendant la fermentation visqueuse dont le champignon est très analogue à celui de la levûre de bière (Péligot).

Il s'en forme aussi pendant la fermentation synapisique. Plusieurs des levûres qui se forment lorsqu'on emploie les substances précédentes, sont constituées par un champignon d'une autre espèce que celui de la bière ; ainsi ceux que Remak a trouvés dans le tube digestif des lapins et d'autres herbivores, quoique appartenant au genre *Torula*, diffèrent du *Torula cerevisiæ*, Turpin. Ceux que Turpin a figurés et décrits dans la levûre provenant du jus de chasselas et d'autres fruits, diffèrent également entre eux et de celui de la bière. La levûre que ce savant a obtenue avec l'albumine du blanc d'œuf était formée par un champignon d'un autre genre, auquel il a donné le nom de *Leptomitus albuminis*, Turpin.

25. Doit-on considérer les champignons dont l'agglomération constitue les ferments appelés *levûres*, comme leur partie essentielle, leur partie active ? Doit-on, en un mot, considérer les phénomènes de transformation et de dédoublement qui caractérisent les fermentations, comme l'effet de la manifestation de la vie de certains êtres végétaux ou animaux ?

Établissons d'abord, avant d'essayer de résoudre cette question, qu'on est conduit à admettre que dans les fermentations saccharines, déterminées par le gluten ou par la matière albumineuse des fécules, il se développe d'abord à leurs dépens de la diastase elle-même ; que la diastase semble être le seul ferment convenable

à la fermentation saccharine ; qu'elle se forme dans les phénomènes de la germination ; qu'elle se produirait aussi sous l'influence de l'air aux dépens du gluten ou ces matières albumineuses qui, dans la germination, lui donnent naissance (Dumas).

Remarquons encore que très probablement on peut répéter une partie de ce qui précède pour la myrosine, l'amygdaline, la synaptase, la diatase animale et peut-être la pepsine, s'il est vrai qu'on peut aussi en obtenir de toutes les parties molles du corps, comme le dit Ernest Burdach.

Etablissons, enfin, qu'il est encore plus probable que les fermentations déterminées par ces ferments ont lieu, ou au moins commencent sans qu'elles renferment encore de champignons, ou d'animalcules microscopiques, quand il s'agit des fermentations ammoniacales et putrides.

S'il est une fois constaté que certaines fermentations ont lieu ou du moins commencent, sans la préexistence d'êtres vivants dans leur ferment, il faut bien admettre que ces êtres ne sont pas la cause du phénomène. S'il en est ainsi pour certaines fermentations, pourquoi vouloir qu'il en soit autrement dans d'autres phénomènes du même ordre, sinon identiques ; surtout lorsqu'on sait que ces mêmes fermentations, qui ont lieu sous l'influence de la levûre, peuvent aussi avoir lieu sous l'influence d'un autre ferment, tel qu'une matière albumineuse quelconque. On pourrait objecter que ces matières commencent à donner naissance à la levure, laquelle détermine la fermentation, mais aucune recherche n'est là pour appuyer cette hypothèse, et il en est qui la combattent.

26. Il sera parfaitement démontré que la fermentation n'est pas un effet de la vie de certains végétaux et animaux microscopiques, lorsqu'on aura montré qu'un liquide ayant été en contact avec la levûre, pourra déterminer la fermentation après avoir été filtré de manière à être complétement privé de globules de *Torula*. Tout ce qu'on trouve dans les auteurs à cet égard se réduit à peu de mots, mais prouve qu'il en est ainsi. La levûre, après plusieurs lavages successifs, perd un peu de son énergie, mais conserve encore

la propriété d'exciter la fermentation. Quant à l'eau de lavage, elle constitue toujours un ferment bien moins énergique que le résidu (Quevenne, Dumas); mais cependant, elle conserve encore ses propriétés de ferment. D'après Liebig, lorsqu'on lessive convenablement de la levûre de bière ou de vin avec de l'eau distillée, froide et privée d'air, en ayant soin de laisser toujours une couche d'eau sur la matière, on obtient un résidu qui n'est plus susceptible de faire fermenter l'eau sucrée. L'eau de lavage au contraire a acquis cette propriété. Ainsi, c'est donc aux principes dissous dans l'eau interposés aux globules, qu'est due leur propriété de jouer le rôle de ferment.

Le ferment épuisé de ses principes solubles par l'eau, l'alcool et l'éther, ne possède plus la propriété de développer la fermentation, quoique ses globules ne soient pas altérés, mais il reprend ses propriétés au contact de l'air. La levûre soumise à l'ébullition perd aussi ses propriétés de ferment; mais elle les reprend par le contact de l'air, ou en soumettant le liquide à l'action des pôles d'une pile, effet qu'il faut attribuer en grande partie à l'oxygène qui provient de l'eau décomposée par la pile (Dumas, Quevenne). Nous avons déjà vu que d'autres ferments, desséchés ou bouillis, reprenaient leurs propriétés au contact de l'air; la levûre, sous ce rapport, est semblable à ces ferments.

Pour que les phénomènes de transformation et de dédoublement des fermentations fussent des effets d'une manifestation de la vie, il faudrait qu'ils possédassent dans tous les genres de fermentation une forme organisée; et nous avons vu plus haut qu'il n'en était pas ainsi.

Ce que nous venons de dire relativement au champignon de la levûre, s'applique en tous points à ce qu'on a dit de la fermentation putride, qui serait due à la présence d'animaux microscopiques. Il est certain que par leur présence la destruction du corps se trouve accélérée, car il y a tout lieu de croire qu'ils emploient les parties du corps animal à leur propre développement; mais à leur tour ils meurent et subissent la fermentation putride en four-

nissant plusieurs générations successives jusqu'à complète destruction.

27. D'après ce qui précède, on peut donc conclure qu'il peut y avoir fermentation sans préexistence d'êtres organisés dans le ferment, et que si leur développement a presque toujours lieu dans les matières en voie de fermenter, c'est que la substance azotée, qui est devenue ferment par le contact de l'air, est devenue en même temps substance propre au développement de leurs germes.

Ils continuent à vivre, à se multiplier, tant qu'ils trouvent des matières à assimiler, et disparaissent quand ils n'ont plus de nourriture. Si ces êtres vivants peuvent eux-mêmes servir de ferment, c'est qu'ils entraînent des parties douées des propriétés de ces corps, c'est qu'ils entraînent du ferment; mais pour tout cela ils ne sont pas la cause du développement de la fermentation.

La description des végétaux et animaux infusoires, qui se développent dans les matières qui fermentent, ne doit donc pas être faite à propos des fermentations. Il suffit d'indiquer ceux de ces êtres dont elles favorisent le développement, et on sait qu'ils sont en nombre considérable; que les végétaux appartiennent tous au genre *Torula*, *Leptomitus*, *Penicilium*, *Mycoderma*, que les animaux sont toujours des infusoires de la famille des *Vibrioniens*, surtout des genres *Vibrio* et *Bacterium*, mais leur description doit rentrer dans le cadre des traités de Botanique ou de Zoologie.


Gaylord Bros., Inc.
Makers
Syracuse, N. Y.
PAT. JAN. 21, 1908